

松辽盆地北部青山口—姚家组西部 坡折带成因及演化

辛仁臣¹, 王英民²

1. 中国地质大学海洋地质学研究中心, 北京 100083

2. 石油大学盆地与油藏研究中心, 北京 102249

摘要: 沉积盆地的坡折带是非构造圈闭发育的最有利场所。地质、地球物理资料综合研究结果表明, 松辽盆地北部青山口—姚家组沉积时期西部明显发育富裕一级坡折带和泰康—大安二级坡折带。隐伏断裂、差异沉积与压实作用控制了坡折带的形成与演化。松辽盆地西部发育扎赉特旗、嫩江和哈拉海 3 个隐伏岩石圈断裂带, 拗陷期主要受松辽盆地北部物源、齐齐哈尔物源和英台物源影响, 扎赉特旗、嫩江岩石圈断裂带和齐齐哈尔、英台物源控制了富裕一级坡折带的形成和演化, 哈拉海隐伏岩石圈断裂带、松辽盆地北部和英台物源控制了泰康—大安二级坡折带的形成和演化。

关键词: 坡折带成因; 坡折带演化; 青山口—姚家组; 松辽盆地。

中图分类号: P618.130.2

文章编号: 1000-2383(2004)05-0621-04

收稿日期: 2004-06-12

Origin and Evolution of West Slope Breaks of Qingshankou-Yaojia Formation in Northern Songliao Basin

XIN Ren-chen¹, WANG Ying-min²

1. Institute of Marine Geology and Geophysics, China University of Geosciences, Beijing 100083, China

2. Basin & Reservoir Research Center, University of Petroleum, Beijing 102249, China

Abstract: The slope-break zone in sedimentary basin is a favorable area for the formation of stratigraphic traps. Based on integrated analysis of geological and geophysical data, origin and evolution of the west slope break of Qingshankou-Yaojia Formation in the northern Songliao basin are discussed. During depositional period of Qingshankou-Yaojia Formation, the western Fuyu first-order slope break and Taikang-Da'an second-order slope break are clearly developed in the west part of northern Songliao basin, the evolution of these slope breaks are controlled by deep buried faults, differential deposition and compaction. The Zhalaiteqi, Nenjiang, and Halahai great buried faults penetrating into lithosphere in west Songliao basin constrain the distribution of the slope break, which also control the distribution of lowstand sandbodies with the combination of multiple deposit sources from the northern Songliao basin, Qiqihar and Yingtai areas during depositional period of Qingshankou-Yaojia Formation. For example, the evolution of the Fuyu first-order slope break is controlled by the Zhalaiteqi, Nenjiang buried faults and Qiqihar and Yingtai sources, and the Taikang-Da'an second-order slope break is controlled by the Halahai buried faults and the northern Songliao basin, Yingtai sources.

Key words: origin of slope-break; evolution of slope-break; Qingshankou-Yaojia Formation; Songliao basin.

沉积盆地的坡折带是非构造圈闭发育最有利的场所。据 Stow and Mayall (2000) 估计世界上有 1 200~1 300 个油气田来自于陆架坡折带及其下方
的深水沉积体系中, 包括 40 余个巨型油气田, 其中, 非构造油气藏占相当比重。20 世纪 80 年代以来在陆架坡折带控制的低位域勘探中见效最大的是在南

美、西非等大西洋沿岸及墨西哥湾等被动大陆边缘盆地中的油气勘探(Nikolaos *et al.*, 1999; Sotak *et al.*, 2001; Sekretov, 2002; Kodjopa *et al.*, 2004). 目前,不仅在海相盆地的陆架坡折带寻找非构造油气藏已取得巨大成功,而且应用“以坡折带为线索,寻找非构造油气藏”的学术思想在准噶尔、渤海湾等陆相盆地的非构造油气藏勘探中,也取得显著成效(林畅松等,2000;王英民等,2002). 正因如此,沉积盆地坡折带的研究已成为石油地质学界研究热点之一.

松辽盆地中浅层是世界上最大的陆相拗陷型湖盆之一,其资源量和油气储量、产量不仅在我国名列首位,而且在全球的陆相含油气盆地中也名列前茅. 随着其勘探程度的提高,寻找非构造圈闭已成为后备储量的主要目标. 因此,研究松辽盆地拗陷期坡折带的成因和演化对于指导该盆地的油气勘探具有重要的理论和实际意义.

1 松辽盆地拗陷期西部坡折带特征

坡折带的识别首先是陡坡带的识别,松辽盆地西部是指从齐家—古龙凹陷的中央轴线往西,直到盆地西部边界的广阔地区. 松辽盆地西部古坡折带在地质、地震剖面和地层厚度平面图上均有清楚的反映. 只是后期的埋藏压实、构造变动改变了坡折带的原始面貌.

在地质剖面上,坡折带的特征表现为地层厚度的急剧增厚. 从镇 3—五 1 井地质剖面可见,镇 3—镇 2 井之间和英 6—英 8 井之间为 2 个地层厚度急剧增厚地段(图 1),反映了相应的 2 个陡坡,表明松辽盆地西部存在两级坡折.

在地震剖面上,坡折带的特征表现为同一地震反射层系的地震反射时间、厚度急剧增大,并有明显

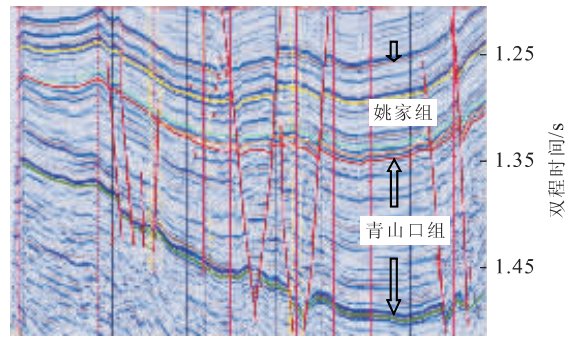


图 2 松辽盆地西部坡折带在地震剖面上的特征(图 3 中 A—A')

Fig. 2 Characteristics of slope breaks on seismic profile (Fig. 3 A—A'), western Songliao basin

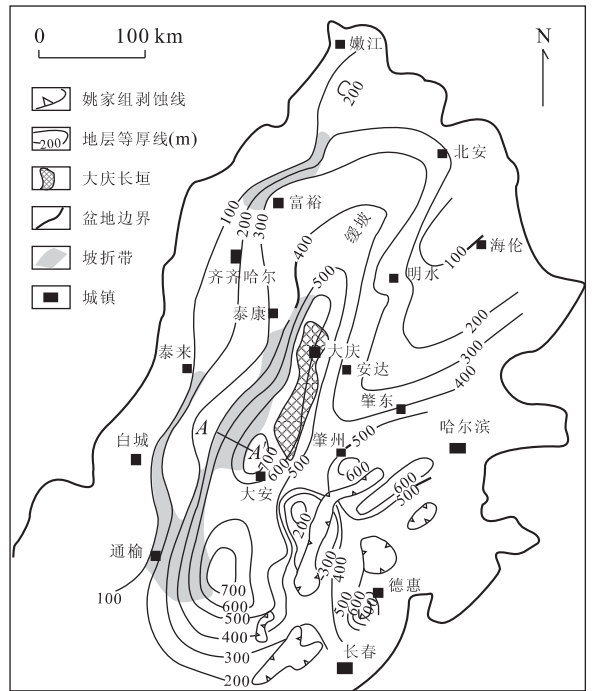


图 3 松辽盆地青山口—姚家组厚度及西部坡折带分布
Fig. 3 Isopach and distribution of west slope breaks of Qingshankou-Yaojia Formation, Songliao basin

的上超和削截反射终止现象. 由图 2(平面位置见图 3 中 A—A')可见,由西向东地震反射时间、厚度显著增大,地震反射同相轴由东向西上超的反射终止现象十分明显.

用地层厚度图反映古地形的前提条件是目的层段的地层无剥蚀,或剥蚀量很小. 前人研究成果表明,青山口组—姚家组地层在松辽盆地西部剥蚀量很小,而东部由于后期强烈抬升,剥蚀量较大,因此,西部的青山口组—姚家组地层厚度基本上反映了相

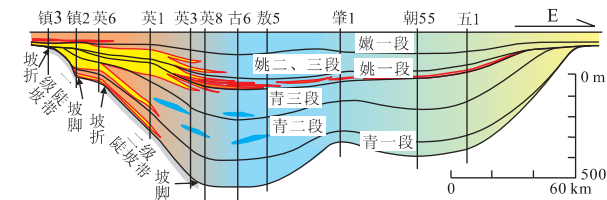


图 1 松辽盆地西部坡折带在地质剖面上的特征(镇 3—五 1 井地质剖面)

Fig. 1 Characteristics of slope breaks on geological profile (Zhen3—Wu1), western Songliao basin

应地质时期的古地貌. 通过编制小比例尺全盆地青山口组—姚家组地层等厚图, 较好地反映了松辽盆地西部坡折带的总体分布. 松辽盆地西部发育富裕、白城—泰来东、通榆一级坡折带和泰康—大安二级坡折带(图 3).

在松辽盆地西北部的富裕西侧由西向东青山口组—姚家组地层厚度由 100 m 快速增厚至 300 m, 再向东地层厚度缓慢增厚, 构成富裕一级坡折带; 白城—泰来一线东侧由西向东, 青山口组—姚家组地层厚度由 100 m 快速增厚至 200 m, 构成白城—泰来东一级坡折带; 再向东, 400~600 m 等厚线之间地层厚度急剧增厚, 构成泰康—大安二级坡折带; 向东进入齐家—古龙凹陷, 地层厚度较为稳定; 白城—泰来东一级坡折带和泰康—大安二级坡折带向南延伸, 一直到松辽盆地西南部的通榆地区二者合并, 形成了通榆一级坡折带.

2 坡折带的成因

2.1 隐伏断裂和沉积物供应

松辽盆地西部发育 3 条近南北向展布的岩石圈断裂, 由西向东分别是扎赉特旗断裂、嫩江断裂和哈拉海断裂(图 4), 其中, 哈拉海断裂以东主要为不稳定基底, 形成松辽西部深层的主要断陷分布区(断陷分布). 岩石圈断裂的发育、基底稳定的差异和下伏断陷的存在, 在松辽盆地拗陷期坡折带形成过程中起决定性的作用. 在隐伏岩石圈断裂控制的不稳定的基底部位有下伏断陷发育, 沉降速度快, 形成深水或较深水区域; 而在稳定的基底、断陷不发育部位, 沉降速度较慢, 形成浅水区域. 在浅水区与深水区域之间形成了坡折带.

王衡鉴和曹文富(1985)研究成果表明, 松辽盆地北部西区拗陷期主要受该盆地北部物源、齐齐哈尔物源和英台物源影响(图 4), 其中北部物源最强, 控制着松辽盆地北部绝大部分地区的沉积作用, 其次是英台物源, 对松辽盆地西部的沉积作用有明显影响, 齐齐哈尔物源相对较弱, 主要影响松辽盆地西北部.

一方面, 由于沉积具有填平补齐的作用, 能够造成坡折带的退化与消亡; 另一方面, 由于沉积物空间分配的差异性, 以及不同类型沉积物压实率的差异, 往往形成沉积坡折.

2.2 沉积和压实作用的不均衡性

沉积作用的不均衡性与物源、沉积作用方式和

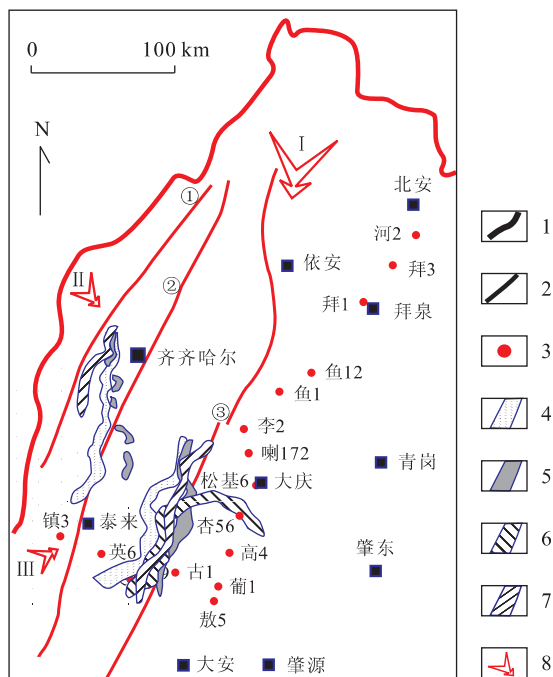


图 4 松辽盆地西部坡折带分布与演化

Fig. 4 Distribution and evolution of slope break in western Songliao basin

1. 盆地边界; 2. 断裂; 3. 钻井位置; 4. 青山口一段坡折带; 5. 青山口二、三段坡折带; 6. 姚家组一段坡折带; 7. 姚家组二、三段坡折带; 8. 物源方向; ①. 扎赉特旗断裂; ②. 嫩江断裂; ③. 哈拉海断裂; I. 北部物源; II. 齐齐哈尔物源; III. 英台物源

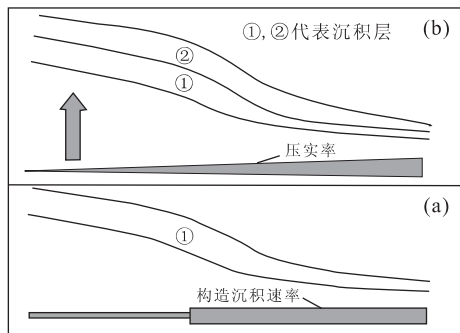


图 5 差异沉积和压实作用对陡坡带的影响

Fig. 5 Influence on slope of differential deposition and compaction

原始地貌密切相关. 高水位期, 盆地边缘的缓坡浅水区以河流注入、三角洲沉积为主, 由盆地边缘向湖盆区, 沉积物量的分配呈近正态分布, 这种沉积作用, 叠加在初始的地貌斜坡上, 可形成三角洲与湖泊之间的沉积坡折带(图 5a).

压实作用的不均衡性, 主要是指稳定基底和不稳定基底部位的不均衡性. 通常在盆地边缘部位, 由于靠近物源, 以砂质沉积物为主, 沉积物压实量较

小,向盆地中央方向,沉积物中泥质含量增高.由于泥质沉积物压实性强,富泥质地层的压实量大.这种压实作用的差异性可造成先期形成的沉积陡坡带进一步变陡(图 5b).

3 坡折带的演化

在盆地演化过程中,由于差异沉降、不均衡沉积和不均衡压实作用,松辽盆地西部坳陷坡折带的特征、规模和发育部位发生了明显变化(图 4).

青山口组一段沉积时期,松辽盆地西部发育盆缘坡折带(相当于富裕一级坡折带)和盆内坡折带(相当于泰康—大安二级坡折带).2条坡折带分别受嫩江隐伏断裂和哈拉海隐伏断裂的控制,均呈长条状北北东向连续分布.青山口组二、三段沉积时期,富裕一级坡折带在齐齐哈尔物源和英台物源沉积作用的改造下,规模明显萎缩,呈断续状分布,坡折带发育部位也略有东移.受英台物源沉积作用的影响,泰康—大安二级坡折带亦略有东移.姚家组一段沉积时期,富裕一级坡折带处于沉积区之外,泰康—大安二级坡折带北段消亡,南段向西南方向发展,并与北部物源形成的杏树岗沉积坡折带连接,形成近东西向分布的大型弧形坡折带.姚家组二、三段沉积时期,在扎赉特旗隐伏断裂带的影响下,富裕一级坡折带再次发育,但规模较小.受哈拉海隐伏断裂的影响,泰康—大安二级坡折带重新发育.

4 结论

(1)松辽盆地北部在青山口—嫩江组沉积时期,西部发育富裕和泰康—大安两级坡折;(2)坡折带的形成和演化主要受扎赉特旗、嫩江、哈拉海3条隐伏岩石圈断裂和松辽盆地北部、齐齐哈尔、英台3个主要物源的共同影响;(3)在差异沉降、差异沉积和差异压实的耦合作用下,形成了青山口组一段发育富裕和泰康—大安坡折带;青山口组二、三段富裕坡折带萎缩,泰康—大安坡折带亦略有东移;姚家组一段富裕坡折带和泰康—大安二级坡折带北段消亡,南段与北部物源形成的杏树岗沉积坡折带连接,形成近东西向分布的大型弧形坡折带;姚家组二、三段富裕和泰康—大安坡折带重新发育.

References

- Kodjopa, A., Larry, B., Guo, J., et al., 2004. Seismic stratigraphic record of transpression and uplift on the Romanche transform margin, offshore Ghana. *Tectonophysics*, 378(1-2): 1-16.
- Lin, C. S., Pan, Y. L., Xiao, J. X., et al., 2000. Structural slope break zone: Key concept for stratigraphic sequence analysis and petroleum forecasting in fault subsidence basins. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 25(3): 260-266 (in Chinese with English abstract).
- Nikolaos, K., Teresa, F., Abraham, Z., et al., 1999. Hydrocarbon potential of the Middle Eocene-Middle Miocene Mesohellenic piggy-back basin (central Greece): A case study. *Marine and Petroleum Geology*, 16(8): 811-824.
- Sekretov Sergey, B., 2002. Structure and tectonic evolution of the southern Eurasia basin, Arctic Ocean. *Tectonophysics*, 351(3): 193-243.
- Sotak, J., Pereszlenyi, M., Marschalko, R., et al., 2001. Sedimentology and hydrocarbon habitat of the submarine fan deposits of the central Carpathian Paleogene basin (NE Slovakia). *Marine and Petroleum Geology*, 18(1): 87-114.
- Stow, D. A. V., Mayall, M., 2000. Deep-water sedimentary systems: New models for the 21st century. *Marine and Petroleum Geology*, 17(1): 125-135.
- Wang, H. J., Cao, W. F., 1985. Sedimentologic model of Cretaceous of Songliao basin. In: Yang, W. L., ed., *Petroleum geology of Songliao continental basin*. Petroleum Industry Press, Beijing, 127-140 (in Chinese).
- Wang, Y. M., Liu, H., Li, L. C., et al., 2002. Types and distribution characteristics of slope breaks of large-type down-warped lake basins. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 27(6): 683-688 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 林畅松,潘元林,肖建新,等,2000.“构造坡折带”断陷盆地层序分析和油气预测的重要概念. *地球科学——中国地质大学学报*, 25(3): 260-266.
- 王衡鉴,曹文富,1985. 松辽盆地白垩系沉积相模式. 见: 杨万里. *松辽陆相盆地石油地质*. 北京: 石油工业出版社, 127-140.
- 王英民,刘豪,李立诚,等,2002. 准噶尔大型坳陷湖盆坡折带的类型和分布特征. *地球科学——中国地质大学学报*, 27(6): 683-688.